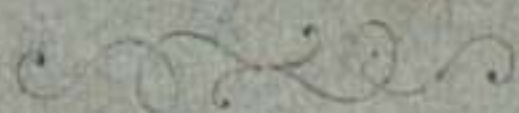


LAS CONFERENCIAS

DEL

Colegio de los Cuatro Santos

DE CARTAGENA.



PRIMERA CONFERENCIA

correspondiente al mes de Febrero de 1888.



IMP. DE J. REQUENA, AIRE 15.

DMU
19918

tit. 423066. - CB 4595.513

LAS CONFERENCIAS

DEL

Colegio de los Cuatro Santos

DE CARTAGENA.



PRIMERA CONFERENCIA

correspondiente al mes de Febrero de 1888.



2460.167
BIBLIOTECA REGIONAL
MURCIA

LAS CONFERENCIAS

DEL

COLEGIO DE LOS CUATRO SANTOS

DE CARTAGENA.

1.^a conferencia, correspondiente al mes de Febrero.

AÑO V || CARTAGENA 26 FEBRERO 1888. || NÚM 1.

Esta conferencia, pronunciada en el día de hoy, es la correspondiente al mes de Febrero del presente año.

A nadie debe extrañar que tenga defectos: es la obra de un principiante.

El colegio no imprime estas Conferencias para que sirvan de modelo. Las hacen los alumnos para ejercitarse en tan útiles trabajos, y se llevan á la prensa como premio á los esfuerzos de los que en ellas toman parte y para estímulo de los demás.

Edad de D. Eliseo Delgado de la Guardia. 16 años.

» D. Enrique Martínez Sánchez. 16 »

» D. Victoriano González Sánchez. 16 »

* * *

LIGERAS NOCIONES

SOBRE LA

MECANICA DEL CALOR.

Señor Director, respetables profesores, queridos compañeros.

SEÑORES:

Plenamente convencido de mis escasas fuerzas para ocupar este sitio del honor, cumple á mi deber manifestar, que sólo mi deseo de no desairar las reiteradas indicaciones de mi digno profesor y compañeros, me trae aquí.

Yo, el menos autorizado quizá de todos para dar esta conferencia y el que, seguramente tiene menos merecimientos para ello, me encuentro en este instante con el temor natural de no llenar satisfactoriamente la misión que se me ha confiado. Temor parecido sin duda alguna á las vacilaciones y desconfianzas del pobre soldado, que por primera vez entra en batalla; con la sola diferencia, de que en las batallas de la inteligencia no es tan fácil obtener el triunfo y en ellas se está expuesto á experimentar las amarguras y decepciones de la derrota, de esa derrota moral en la cual ni aún pudiera aplicarse la célebre frase de Francisco I, de que *todo se había perdido menos el honor*.

No extrañéis, pues, Señores, que en este momento abunde en la incertidumbre del resultado de mi empresa, y que busque cariñoso y seguro asilo en vuestra benevolencia, ya que todos, por una confianza á que yo ciertamente no soy acreedor, habéis contribuído á colocarme en éste para mí encumbrado puesto.

Contando con ella, paso á exponer (aunque no con la extensión que debiera), las principales ideas que se tienen del calórico, y en particular unas LIGERAS NOCIONES SOBRE LA MECÁNICA DEL CALOR, que es la parte actualmente más importante y de más aplicaciones del calórico y el tema que se me ha asignado.

¿Qué es el calórico? ¿Qué efectos produce? ¿Cuál es su origen? Hé aquí las primeras preguntas que al tratar del calor se presentan.

Si juzgamos por la propiedad que tienen los cuerpos calientes de prestar parte de su calor á los que les rodean, obtendremos la teoría de la *emisión*, antiguamente tan extendida, y en la que se suponía que el calor es una materia que de unos cuerpos pasa á otros; pero esta teoría no explica muchos de los fenómenos del calor y por lo mismo es desechable. Los sabios modernos con su teoría de las *ondulaciones*, han descubierto que el calórico no es en modo alguno materia emanada de unos cuerpos á otros; sino el movimiento vibratorio ó de va-y-ven, de las moléculas y átomos de los cuerpos, trasmitido de unos á otros por el intermedio de un fluido sutilísimo é imponderable llamado éter, que llena los espacios y envuelve los astros. Esta

hipótesis es aceptable, pues, no sólo explica satisfactoriamente los fenómenos del calor, sino que además establece una íntima relación entre éste, la luz y la electricidad, reduciéndolos á una sola definición general, cual es, la de *materia en movimiento*.

El calor produce muchos fenómenos en los cuerpos y el principal es el de dilatarlos sea cualquiera su estado, fenómenos de los cuales haré caso omiso por ser ajenos á mi objeto, pasando de lleno á estudiar los principales orígenes del calor.

Manantial ú origen del calor es todo agente que produce en los cuerpos un aumento de su temperatura; por consiguiente donde quiera que haya calor, habrá también una causa que lo produzca. Es indudable que el calor sólo ejerce su influencia en la materia ponderable; el éter ó materia imponderable no se calienta del mismo modo que no se ilumina.

Pueden reducirse los manantiales de calor á uno solo que es el Sol; pero para mayor exactitud los dividiremos en: Mecánicos, Físicos, Químicos y Fisiológicos. Veamos cómo obra cada uno de ellos:

Toda acción mecánica, todo trabajo, toda fuerza, puede dar ocasión á un desarrollo de calor

Ó mejor dicho:

Toda acción mecánica que al parecer se pierde y se anula, ni se anula, ni se pierde; en realidad se transforma, íntegra y completa en calor.

El rozamiento, el choque, la presión, se hallan en este caso.

Á veces, es cierto, las cantidades de calor son pequeñas, muy pequeñas; nuestros sentidos no las aprecian, aun al termómetro pasan desapercibidas, ó por su pequeñez ó por las circunstancias especiales de experimentación; pero no es difícil hacer constar su existencia, y hasta medirlas numéricamente, por medio de aparatos de exquisita sensibilidad como las pilas termo-eléctricas y los galvanómetros.

La fricción de un cuerpo contra otro, por ligera que sea, da origen á un desarrollo de calor: calor que á veces es

tan considerable, que brota la llama y se inflaman los cuerpos sometidos á la experiencia.

Mil ejemplos sumamente conocidos se pueden citar en apoyo de esta verdad.

Cuando se frota una mano contra otra se eleva la temperatura, ó como vulgarmente se dice, se calientan las manos.

Los ejes de las ruedas arderían si no se disminuyese el rozamiento por medio de grasas.

Los salvajes encienden lumbré frotando dos pedazo de madera seca y aproximando al punto de contacto de ambos un cuerpo fácilmente combustible.

Las primeras experiencias científicas sobre esta materias fueron las de Rumford, en la fundición de cañones de Munich, estudiando el calor que se producía al taladrar las piezas: hizo girar un cilindro de hierro dentro de un depósito de agua, y alrededor de otra pieza metálica, y consiguió, en dos horas y media, hacer hervir toda la masa líquida.

Esta experiencia fué repetida por Tyndall, que construyó un aparato á propósito, en el que, comunicaba un movimiento veloz de rotación á un tubo lleno en sus tres cuartas partes de agua, y frotándolo con unas pinzas de madera, hacía adquirir una tensión tal al agua, que reducida al estado de vapor, lanzaba el tapón que cubría al tubo; ejemplo patente de la transformación del rozamiento en calor.

Un martillo que repetidas veces cae sobre un yunque; un cuerpo, en general, que cae de cierta altura; una bala que se clava en un muro; las moléculas líquidas de una catarata; todos estos choques, más ó menos intensos, desarrollan calor.

En el choque del pedernal con el acero, las moléculas de éste se desprenden y en virtud del calor desarrollado saltan incandescentes inflamando la yesca de otro cuerpo fácilmente inflamable. Si colocamos en el interior de un tubo mercurio, y le agitamos, se observa al momento un aumento de temperatura en dicho líquido.

Y si en todos esos casos el efecto es perceptible, aún en muchos de aquellos en los que, por la pequeñez del choque,

el desarrollo de calor es inapreciable empleando los medios ordinarios, puede demostrarse su existencia acudiendo á mecanismos más perfectos; los cuales nos demostrarían que por insignificante que sea, el choque siempre desarrolla calor.

Resulta, pues, que el choque, lo mismo que el rozamiento, desarrollan calor.

Otro tanto se puede decir de la presión: en el piezómetro de Oersted se desarrolla calor, comprimiendo el agua por medio de un tornillo de presión; podrá suceder que la cantidad de calor sea inapreciable; pero por medio de aparatos sensibles se podrá determinar el aumento de temperatura del agua.

Ejemplo aun más visible se tiene en el eslabon neumático, aparato destinado á comprimir los gases, ó sea á acumular grandes cantidades de los mismos en pequeños recintos; él se llega á producir calor bastante, para inflamar una yesca ú otro cuerpo fácilmente combustible.

En resumen, toda fuerza que actúa, todo trabajo, todo movimiento, ó más generalmente toda acción mecánica consumida y anulada, supone creación de calor, ó mejor dicho, se transforma en calor.

¿Cómo se explican estos fenómenos?

Antiguamente se suponía que la acción mecánica arrojaba el calor del interior de los cuerpos, mecánicamente también; era parecido á una esponja impregnada de agua, que exprimida dejaba escapar el líquido de entre sus poros; pero era un error suponer esto, pues llegaría un momento en que el cuerpo hubiese arrojado el calor finito que entre sus poros existiese.

La teoría de las ondulaciones, satisface todas las condiciones, y explica admirablemente todas las circunstancias del fenómeno.

¿Qué es, según ella, el calor desarrollado por el rozamiento, por la presión, en una palabra, por todo trabajo mecánico? La transformación simplemente de la fuerza consumida, al parecer, en otro movimiento equivalente.

Nada se anula en esencia en el universo: ni aún el más insignificante átomo se hunde en la nada. Puede ocurrir

que se transforme, se combine, etc. pero en el fondo queda idéntico á sí mismo.

Es, pues, el mundo material un magnífico oleaje de fenómenos que se cruzan y se combinan, sin que jamás brote algo de la nada, ni torne á la nada lo que es.

El hombre produce el rozamiento, el choque, etc. de un cuerpo contra otro; más aquí se observan dos circunstancias aparentes: por una parte la anulación de cierto trabajo, y por otra la creación de cierta cantidad de calor.

Explicaré por medio de un ejemplo este fenómeno: En efecto. Supongamos que se lima un objeto cualquiera, observamos: que el hombre mediante sus músculos, emplea un cierto trabajo, destinado á dar fuerza viva á la lima; la velocidad que adquiere éste, es indudablemente menor que la que adquiriría, (con el mismo trabajo) si no hubiese rozamiento, pues, éste disminuye la velocidad.

Ahora bien, parte del trabajo no se emplea en dar fuerza viva á la lima, puesto que, el rozamiento lo impide, en algo se ha de emplear: este algo, es el movimiento vibratorio de las moléculas de ambos cuerpos, ó sea el calor.

Esta demostración es aplicable al choque, á la presión y demás trabajos mecánicos.

Puede ocurrir un caso especial, en el que el trabajo mecánico no se transforme en calor; pero es indudable que el cuerpo animado de la fuerza vive, continuará con ella. Así, si sobre una plancha de acero fácilmente movable, se dispara una bala de cañón, no se notará aumento alguno de temperatura, en el punto de contacto, mas en cambio, la bala continuará con su velocidad arrastrando la citada plancha.

Ya hemos visto cómo la fuerza y el movimiento se transforman en movimientos especiales, á los que damos el nombre de calor: veamos ahora cómo recíprocamente, el calor se transforma en fuerza y en movimiento.

El carbón de piedra arde en el hogar de una locomotora: una enorme masa desaparece en pocas horas.

¿Dónde está esa materia?

¿Qué se hizo de esa inmensa cantidad de calor que desarrolló?

La materia existe, aunque bajo distinta forma espar-

cida en la atmósfera, sin que un solo átomo se haya anulado.

El calórico, es decir, el movimiento vibratorio é interno del carbón que brillaba hecho ascua en el hogar, ha cambiado de forma; y de movimiento molecular ha pasado á movimiento total: el calor del carbón de piedra ha desaparecido, pero en cambio el tren marcha sobre los rails. Este fenómeno es aquel fenómeno bajo otra forma.

Para cerciorarse de esto no hay más que observar, que al detener de repente el tren, se obtiene una terrible elevación de temperatura en los frenos; esto indica que el movimiento parcial convertido en total al marchar el tren, se transforma otra vez en movimiento vibratorio al detenerse.

Un ejemplo de la transformación del calor en movimiento es el radiómetro de William Crookes, aparato sumamente ingenioso, y que consiste en un globo de cristal del cual se ha extraído el aire por medio de una bomba de mercurio; en su interior, existe una cruz hecha de alambre delgado de aluminio, en cuyos extremos se hallan soldados unos rombos de mica, ennegrecidos por una de sus caras (la del mismo lado) y dirigidas en un mismo sentido. En el punto en que se cruzan los dos alambres, hay una cavidad cónica de cristal á la que se apoya el molinete, sobre una punta muy aguda para evitar los rozamientos.

Si se expone á los rayos directos del Sol, de una bujía etcétera, gira el aparato con gran velocidad, en sentido contrario de las caras sumergidas y si las exponemos á un cuerpo frío, ó le rociamos por el exterior con éter ó con agua fría, empieza á girar en sentido contrario, ó sea en la dirección de las caras recubiertas de negro de humo.

Diversas opiniones se han emitido para explicar este fenómeno, y de ellas la más autorizada es la de Govi. Este físico supone que todos los cuerpos aun en el vacío mas perfecto retienen en su superficie, cierta cantidad de aire, y como el negro de humo es de naturaleza esponjosa, le condensa en mayor cantidad que la superficie brillante de la mica. Por esto cuando se somete el aparato á la acción de un foco calorífico, el aire condensado en el negro de

humos se dilata y empuja hacia adelante las caras ennegrecidas del molinete.

Al rociar la superficie del globo con éter ó agua fría, las caras ennegrecidas se enfrían (según Crookes) por su mayor radiación, más que las brillantes; las moléculas de aire sufren, por tanto, en ellas un retroceso menor que sobre las brillantes; así se explica, que la rotación sea en sentido de las caras ennegrecidas. Estos fenómenos, sólo se verifican en el vacío, porque no encuentran en él, resistencia las aspas.

Una vez conocida la relación existente entre la mecánica y el calor, preciso se hace determinar la cantidad de trabajo necesaria para producir una cierta cantidad de calor, esto es, el equivalente mecánico del calor, pues, es de grande aplicación en las máquinas de vapor.

Varios físicos se han dedicado á determinarlo; entre ellos Mayer fué el primero en formular la siguiente ley. «Existiendo entre toda causa y su efecto una relación de magnitud determinada, también debía haber entre el calor producido por los medios mecánicos y el trabajo consumido en ellos, una relación constante de magnitud.» Basado en esta ley construyó un aparato mediante el cual, halló el equivalente mecánico del calor, con bastante aproximación.

Posteriormente los físicos Hirn y Goule, lo han determinado por medios y procedimientos más exactos que no corresponde mencionar.

De todos esos experimentos dedujo Goule que por término medio el equivalente mecánico de una caloria era 424 ó 425 kilográmetros y que, al contrario, el equivalente calorífico de 424 kilográmetros en una caloria, esto es, que el trabajo mecánico necesario para mover sobre un metro de longitud 424 ó 425 kilogramos de peso en 1', equivale á la cantidad de calor necesaria para elevar de 0° á 1° centigrado la temperatura de un kilogramo de agua y viceversa.

De lo dicho, se deduce, que el calor puede convertirse en movimiento total de una masa, como se ha visto en el radiómetro de William Crookes; este fenómeno se observa de un modo indirecto en las máquinas de vapor.

En efecto: sabemos que hay cuerpos susceptibles de pasar por los tres estados físicos, entre ellos tenemos el agua, que á temperaturas ordinarias conserva el estado líquido, si se enfria considerablemente adquiere el estado sólido, y si se eleva á grandes temperaturas adquiere el estado de gas, y que en este caso está caracterizada por una gran tensión.

Hé aquí el origen de las máquinas de vapor, pues es indudable que por la combustión del carbón puede reducirse el agua al estado de vapor, y mediante la tensión de éste, actuando sobre un émbolo, comunicar un movimiento á una máquina. Siempre fué conocida la tensión del vapor de agua; pero ningún físico la aplicó á una máquina de un modo perfecto, apesar de las investigaciones hechas por Papin, Blasco de Garay, Newcomen y otros varios.

Este último construyó una, en la que, el vapor actuaba en la parte interior del émbolo, y era preciso condensarlo para que la presión atmosférica hiciese descender el citado émbolo.

Despues ha sido modificada por Watt que ha construido la máquina más perfecta, conocida, y que tantos beneficios ha traído consigo.

El fundamento de las máquinas de vapor consiste en que, por medio de la fuerza expansiva del vapor, se pone en movimiento oscilatorio un émbolo, dentro de un cilindro; este movimiento alternativo se convierte en un circular continuo, que se comunica á las demás partes de la máquina.

Se dividen estas en máquinas de baja, media, y alta presión, según que en ellos, el vapor tenga una tensión de una atmósfera (1), de dos á cuatro, ó de cuatro en adelante, respectivamente.

Tambien las hay de simple y de doble efecto: en las primeras, solo obra el vapor en la superficie interior del émbolo; y en las segundas en ambas superficies; y se llaman de condensación cuando se aprovecha el vapor después de producir el impulso (condensándole) y sin condensación cuando sale al exterior sin ser reutilizado.

(1) Asi se llama la medida que se emplea para la tensión del vapor, y es equivalente á la presión atmosférica.

Por el uso á que se destinan, se llaman: fijas ó industriales, las destinadas á cualquier industria y móviles, las que se pueden trasladar de un sitio á otro; llamándose locomóviles las destinadas á los usos del campo en general y locomotoras las destinadas al transporte.

El trabajo producido por toda máquina de vapor, está determinado por la diferencia de las temperaturas del vapor de agua al entrar y al salir del cuerpo de bombas, puesto que, todo ese calor, se habrá empleado en vencer las resistencias interiores de la máquina, y en producir el trabajo útil de la misma.

Si de importancia son las acciones mecánicas como manantiales de calor, no lo es menos el Sol, que es el manantial más fecundo y maravilloso del universo.

Tal es su radiación, que comunica solo á la Tierra anualmente, una cantidad de calor, suficiente para fundir una capa de hielo de 28^m á 30^m de gruesa que existiese á su alrededor, según se ha podido observar por medio del actinómetro de Herschell, y posteriormente por el pirheliómetro de Pouillet; este físico observaba el aumento de temperatura que experimentaba una determinada cantidad de agua expuesta á los rayos directos del Sol; y de esto deducía que si el Sol emite con igual intensidad en todas direcciones el calor, el que irradia en todos sentidos, será capaz de fundir una capa de hielo de 1400 leguas de espesor que lo rodease, ó existiese sobre él.

Diversas opiniones se han emitido acerca del calor producido por el sol y entre ellas merece citarse la de Mayer, que suponía que era producido por la caída constante de cuerpos sobre él.

Esta hipótesis basada en un gran principio físico, cual es, el desarrollo del calor por el choque y la trasformación del movimiento total en movimiento molecular, es inexacta y repugna á la razón, puesto que de suceder así, hubiese aumentado el diámetro del sol y se hubiese alterado el equilibrio astronómico. Existen opiniones más autorizadas que esta, pero de ellas no me ocupo por no entrar en un nuevo tratado que sería ajeno á mi tema.

La tierra tiene su calor propio, además del que recibe

del sol, como lo prueban los volcanes, aguas termales y otros hechos. Tal calor crece desde las capas superiores a las inferiores, en razón de 1° centígrado por cada 33^m próximamente, teniendo en cuenta que las capas comprendidas entre la superficial y el subsuelo, experimentan los cambios ordinarios exteriores; y que después de esta capa llamada por eso *variable*, existe otra en que la temperatura es constante y se denomina *invariable*, debido sin duda á la mala conductibilidad de las capas terrestres. La capa invariable se encuentra unas veces á 50 ó 60^m y otras hasta 25^m de la superficie, según sean las alteraciones de esta. En las minas y en los pozos, se experimenta, fresco en verano y cierto calor en invierno, debido á que la temperatura de estas capas no varía.

Si el calor aumentase hasta el centro de la tierra, con la misma ley que la experiencia nos ha enseñado, ó sea 1° centígrado por cada 33^m , á la profundidad de 3.000^m , herviría el agua, y en el mismo centro todos los cuerpos se hallarian en el estado de fluidos incandescentes. El no notarse este extraordinario calor en la superficie, muestra la poca conductibilidad de la corteza que, dado el supuesto, envuelve al núcleo ardiente.

Pasemos á los manantiales químicos. Las combinaciones químicas desarrollan calor; pero cuando son lentas, apenas se percibe: en las enérgicas, á veces el calor es luminoso, y entonces se llaman combustiones.

¿Qué es la combustión?

Dada la afinidad entre el carbono y el oxígeno, no es más que una serie de choques. En efecto, el Sol descompone el ácido carbónico que las plantas absorben de la tierra mediante sus esponjiolas; en el momento de ponerse en contacto con la atmósfera por la superficie de las hojas, en cuya descomposición, emplea una determinada fuerza viva ó trabajo. Los vegetales absorben el carbono y exhalan el oxígeno, que á su vez es absorbido en parte por los animales, estableciéndose un gran equilibrio; el oxígeno restante queda esparcido por la atmósfera.

Ahora bien, el carbono y el oxígeno que llevan en estado potencial la fuerza viva ó trabajo que el Sol empleó en repararlos, al reunirse ó combinarse uno con otro, devuel-

ven íntegro en forma de calor, dicha fuerza viva, produciendo la combustión.

¡Eterna transformación de las fuerzas y de la materia!

¿Cuál es la fuente del calor animal?—El aire que respiramos, sufre las mismas variaciones que el que ha servido para una combustión; el oxígeno se emplea en la oxidación del carbono y del hidrógeno: por tanto en el cuerpo se verifica una especie de combustión, si bien sin desprendimiento de luz, ni de fuego.

Por los alimentos se introducen en el cuerpo combinaciones de carbono é hidrógeno, cuya oxidación produce tanto calor como otra combustión.

Mas para poder en igual tiempo producir más calor, debe introducirse en el cuerpo más carbono, por cuya oxidación se produce el calor; á semejanza de lo que hacemos en tiempo de frío con nuestras estufas, que para mantenerlas á la misma temperatura es preciso quemar más combustible. Esto explica porqué los hombres del Norte necesitan más alimentos que los de latitudes bajas, y en particular los carbonados.

El calor vital del hombre por término medio es de 37° centígrados en estado de salud y para determinarlo, basta colocar la cubeta del termómetro clínico cerca del centro de combustión ó del corazón.

También otras funciones desarrollan calor, pero la principal es la respiración.

De todo lo expuesto se deduce que el calor no es más que la materia en movimiento, y que pueden originar este movimiento, las acciones mecánicas, el Sol, las combinaciones químicas y la electricidad, además de que en los animales se produce también de ordinario por las funciones, de respiración, digestión etc.

Para concluir; una vez conocida la idea del calor, fácil será dar la de frío que es relativa, y teóricamente la concebimos, por la cesación del movimiento vibratorio de las moléculas, que se obtendría, según cálculos, á 273° centígrados; y claro es, que no existiendo movimiento alguno obtendríamos el reposo absoluto y por consiguiente el frío absoluto.

Aquí doy por terminado mi trabajo restándome tan só-

lo manifestar mi agradecimiento hacia todos, por la benevolencia y afecto que habéis desplegado una vez más, escuchando hasta el fin mis pesadas y monótonas frases; afecto que principalmente se dirige al Colegio que tan oportunamente estableció estas conferencias en las que mis antiguos compañeros dieron á conocer sus grandes dotes para el caso y á que tan inmerecidamente he dado principio este año; deseando que algunos de mis compañeros, sino todos (como deseo), manifiesten cuantas deficiencias hayan encontrado en mi incompleta obra; lejos de ofenderme, sus indicaciones, serán para mí un efecto de sincera amistad y de compañerismo.—HE DICHO.

ELISEO DELGADO.

Cartagena 26 de Febrero de 1888.

OBJECCIÓN 1.^a

Determinación del equivalente mecánico del calor.

SEÑORES:

Siempre había creído que mi digno compañero el señor Delgado honraría la clase, y que la confianza que en él depositábamos nuestro digno profesor y nosotros, no quedaría defraudada. Pero tengo una verdadera satisfacción en consignar que ha excedido, según mi pobre opinión, á mis esperanzas, y que hoy me siento orgulloso, verdaderamente orgulloso, de tener por compañero á quien al honrarse á sí mismo honra también á los que con él com-

partimos los provechosos resultados del estudio. Mas como no hay obra por perfecta que sea que no tenga algún punto vulnerable, entiendo que el Sr. Delgado llevado del deseo de abarcar mucho en el trascendental asunto de su conferencia, ha dejado sin el desenvolvimiento que su importancia requerían algunos puntos, cuya exposición estimo indispensable para la perfecta comprensión del tema que le ha ocupado.

¿Qué nos ha dicho el Sr. Delgado sobre el punto capital, capitalísimo del Equivalente Mecánico del calor?

¿Qué acerca de los procedimientos empleados para determinar esta equivalencia que en último resultado es la síntesis de la teoría que ha expuesto?

Ciertamente que muy poco; y esta omisión ofrécame motivo y ocasión propicia para levantarme á hacerle una ligera objeción para esplanar este punto.

Al doctor Julio Roberto Mayer de Heilbronn le cabe el honor de haber enunciado por primera vez y de un modo exacto el principio de la equivalencia del trabajo y del calor, diciendo: *Que el calor producido por la realización de un trabajo cualquiera es proporcional al trabajo invertido*, ó lo que es lo mismo, que una de estas cantidades puede medirse por la otra. En una memoria publicada en 1842 titulada «Observaciones sobre las fuerzas de la naturaleza *inanimada*,» estableció estos principios, y calcula el equivalente mecánico del calor, valuándolo en 365 kilogrametros, cifra que difiere bastante de las que ulteriormente se obtuvieron. Pero esta diferencia se explica perfectamente como después dedujo Verdet, teniendo en cuenta la inexactitud de los valores del coeficiente de dilatación y del calor específico del aire que á la sazón pasaban por válidos en la ciencia.

Al físico inglés Joule se deben las primeras determinaciones rigurosas del equivalente mecánico del calor, y que (dicho sea de paso) acaso es el que más ha hecho para demostrar el nuevo principio y para que se apruebe definitivamente.

De los distintos experimentos hechos por este físico para determinar el equivalente mecánico del calor, es el principal el del rozamiento entre líquidos y sólidos.

En esta experiencia hacía dar vueltas á una rueda de paletas en el interior de una vasija con agua ó mercurio y observaba la elevación de temperatura del líquido, pudiendo asimismo deducir de ella el número de calorías creadas por el frotamiento. Por otra parte, medía fácilmente el trabajo invertido para obtener el movimiento de rotación, y como éste resultaba de la caída de dos pesos enrollados con dos cordones, por un lado al eje de las paletas y por otro á dos poleas, el trabajo invertido era pues igual al producto de los dos pesos por la altura de la caída de cada uno de ellos. Por este procedimiento obtuvo Joule como valor del equivalente mecánico del calor:

	Kgs.
	—
Por el frotamiento del latón en el agua.	423
» del hierro en el mercurio.	424

Este físico además, valiéndose de otros métodos, ha obtenido como promedio del valor del equivalente mecánico del calor, 425 y 438 kilográmetros respectivamente.

Ha sucedido á Joule en la determinación del equivalente mecánico del calor, el físico Fabre estudiando el calor desarrollado por el rozamiento del acero sobre sí mismo, siendo el valor del equivalente mecánico del calor determinado de esta suerte 413 kilográmetros, número algo inferior al de Joule.

Al haberme ocupado de la determinación del equivalente mecánico, por Mayer, Fabre y Joule, no puedo hacer omisión de los métodos seguidos por M. Hirn que lo ha determinado con exactitud matemática, debido ésto á experiencias tan originales como las de los anteriores y á investigaciones detenidas y concienzudas, basadas, la primera en el frotamiento del agua, la segunda en la salida del agua á fuertes presiones, la tercera en el aplastamiento del plomo por el choque del ariete, y la cuarta, por fin, en el descenso de temperatura originada por la expansibilidad del aire. Los valores del equivalente mecánico deducidos de estas investigaciones, varían entre 433 y 424 kilográmetros, aproximándose mucho á los resultados obtenidos por Joule.

M. Hirn de Colmar ha hecho asimismo experimentos de gran interés en la máquina de vapor, haciendo aplicación del equivalente mecánico del calor. Estos experimentos (reasumiendo) demuestran que el vapor lleva al condensador menos calor del que saca de la caldera, y que el calor consumido en el interior de la máquina es proporcional al trabajo efectivo del vapor. La relación entre ambas cantidades es una nueva determinación del equivalente mecánico del calor que se aproxima á las determinaciones de Joule y Fabre. En efecto, si los resultados individuales que se pueden deducir de los experimentos de M. Hirn oscilan entre límites bastante extensos, su valor medio es el número 413, precisamente igual al hallado por Mr. Fabre en sus experimentos sobre el rozamiento del acero, y no muy diferentes de los que Mr. Joule ha dado á conocer.

Para terminar sólo añadiré, que el promedio adoptado hoy más generalmente es 424 ó 425 kilográmetros, lo que indica tomando este último número, que para elevar un grado centígrado la temperatura de un kilogramo de agua, ó una caloría, se produce una cantidad bastante de trabajo para elevar un kilogramo á la altura de 425 ms. ó 425 kgs. á la de un metro. Del propio modo, el trabajo de 425 kilográmetros convertido en calor producirá una caloría, y recíprocamente *el equivalente calorífico de la unidad de trabajo* es igual á $\frac{1}{425}$ de calorías.

En mi concepto si el Sr. Delgado hubiese tratado este asunto con la extensión conveniente, hubiera conseguido esclarecer cuantos difíciles y delicados puntos ha tocado en su elocuente discurso.—HE DICHO.

ENRIQUE MARTÍNEZ SÁNCHEZ.

OBJECCION SEGUNDA

Origen del calor solar.

SEÑORES:

No puede menos de causarnos extrañeza que nuestro digno compañero el Sr. Delgado al ocuparse de la importantísima cuestión de la Teoría mecánica del calor, con el alto y concienzudo espíritu generalizador con que la ha desenvuelto, haya pasado como sobre ascuas al tratar del calor solar, sin darnos á conocer las opiniones más admitidas sobre la constitución térmica de este astro, toda vez que según el mismo Sr. Delgado manifiesta, la hipótesis de Mayer sobre el origen del calor solar como consecuencia de la caída constante en dicho astro de materias cósmicas, pugna con los hechos que la observación y la experiencia nos enseñan.

¿Es que no merece la pena de manifestarnos algo acerca de la radiación de dicho astro, como de los principales aparatos para determinar la intensidad calorífica de esa fuente inagotable de calor y de luz que es el más fecundo para nuestro globo?

Ya que he tomado la palabra indebidamente, expondré los principales aparatos y sobre todo el pirheliómetro de Pouillet, para determinar la intensidad calorífica del Sol.

De Saussure hizo los primeros experimentos acerca de este asunto. Este físico se valía de un aparato de su invención, llamado heliotermómetro; el cual consistía en un termómetro invertido, cuya bola recubierta de negro de humo ocupaba el interior de una caja de corcho de paredes revestidas de negro también y cerradas con placas de vidrio. De Saussure exponía este aparato á la acción perpendicular de los rayos del Sol y anotaba el número de

grados que subía el termómetro al cabo de un minuto.

Sir John Heuchel, hizo observaciones del mismo género en el cabo de Buena-Esperanza, valiéndose de un aparato análogo, al que daba el nombre de actinómetro.

Por último, Pouillet midió en París en 1837 la intensidad de la radiación solar por medio de un método y un aparato que voy á describir. El instrumento de que se servía este físico para dicha medida se llama pirheliómetro. Su parte superior consiste en un vaso cilíndrico de plata muy delgada, cuya cara vuelta al Sol está cubierta de negro de humo. Este vaso está lleno de agua, marcando la temperatura del líquido un termómetro cuyo depósito penetra en el interior del cilindro y cuyo tubo está resguardado por otro de latón con una ranura longitudinal, al través de la cual se ve el nivel del mercurio. En el extremo del tubo hay un disco del mismo diámetro que el recipiente cilíndrico, el cual recibe la sombra de este último, y permite comprobar si la superficie ennegrecida está expuesta perpendicularmente á la dirección de los rayos del Sol, lo cual sucede cuando la sombra circular del disco superior cubre exactamente al inferior. Veamos cómo se hace el experimento.

Empiézase por tomar nota de la temperatura del instrumento, y luego se expone su cara ennegrecida hacia una porción sin nubes, pero de modo que no le dé el Sol. A los cinco minutos la radiación motiva cierto descenso de temperatura. Volviendo entonces el aparato hacia el Sol, la cara ennegrecida recibe por espacio de otros cinco minutos el calor solar que cae perpendicularmente sobre ella, y se anota la elevación de temperatura. Por último, se hace radiar de nuevo el instrumento durante cinco minutos en su primera posición y se vuelve á observar el enfriamiento final. La 1.^a y 3.^a observaciones son necesarias para calcular la cantidad de calor perdido por la radiación del aparato en el espacio durante su exposición al Sol, cantidad que es un término medio entre los dos enfriamientos observados. Agregándola al calor recibido á causa de la exposición directa á los rayos solares, se tendrá la elevación de temperatura total, y por consiguiente se podrá calcular el número de calorías absorbidas durante

un minuto por una superficie igual á la del disco ennegrecido.

Me pregunto, ¿qué es ese calor que los aparatos descritos nos indican; de dónde procede tan grande cantidad de calor; qué teoría explica esta radiación? nada, absolutamente nada nos ha dicho el Sr. Delgado acerca de este asunto. He aquí la teoría de M. Faye. Efectivamente el cálculo demuestra que el Sol para irradiar la cantidad de calor que irradia debería recibir de esa materia cósmica, según la hipótesis de Mayer, una cantidad tal, que aumentase 20 metros por año su volumen, y que se necesitarían cuatro siglos para aumentar en diámetro $\frac{1}{10}$ de segundo. Pero la velocidad de rotación disminuiría una hora cada 53 años. Así, pues, desde el origen del mundo, á ser cierta esta teoría, se hubiese destruido y el Sol no se movería.

Preciso es recurrir, para explicar la naturaleza del Sol, á la ingeniosa hipótesis de M. Faye, el cual supone á este astro constituido por una condensación de materia cósmica que al concentrarse y perder su fuerza viva desarrolló una espantosa cantidad de calor. A tan elevada temperatura esta materia no puede combinarse, es decir, que conserva sus elementos disasociados, constituyendo un núcleo obscuro y caótico que forma la parte central é interior del astro. Pero en la superficie y por efecto de la radiación, esta materia desciende á una temperatura de 5 ó 6.000 grados, á la cual comienzan á actuar las afinidades químicas, adquiriendo la foto-esfera la luz en virtud de estas reacciones. Esta materia atraída después por el centro se hunde en la masa, encuentra la temperatura de disociación y se destruye. Pero nuevas cantidades de materiales vienen á ocupar el punto que ella deja en la superficie, los cuales al combinarse determinan los mismos efectos que se reproducen hasta el infinito.

De esta suerte puede explicarse que el Sol tenga en sí mismo un manantial inagotable de calor que al irradiar á la tierra determina en ésta los esplendores de la vida y acumulando en ella las infinitas fuerzas que el hombre aprovecha, sea merecedor al calificativo que le dió el poeta de ser *alma del mundo en la obra grandiosa del Criador*.

—HE DICHO.—VICTORIANO GONZÁLEZ SÁNCHEZ.

CUADRO DE LOS PROFESORES QUE PERTENECEN AL COLEGIO DE LOS CUATRO SANTOS

DIRIGIDO POR EL PRESBITERO

DON PEDRO ROS BAÑO.

INSTRUCCIÓN PRIMARIA.

- D.^a Adelaida Arce García.—Maestra Superior, y
 D. José Aragón Rodríguez, Br.—Párvulos.
 » Máximo Moreno García.—Maestro elemental.
 » Benigno Martínez Ramón.—Maestro Superior.
 » Francisco Egea, Diácono y Br.—Clases Elemental y Superior.

SEGUNDA ENSEÑANZA.

- D. Pedro Ros Baño, Pbro. Br.—1.^o de Latín y Castellano é Historia Universal.
 » Máximo Moreno García, Maestro Superior.—2.^o curso de Latín y Castellano.
 » José María Serrano García, Dr. en Filosofía y Letras.—Geografía, Historia de España y Retórica y Poética.
 » Báldomero Ferrer Ons.—1.^{er} curso de Francés.
 » José Castillo Pernías.—2.^o » »
 » Juan Cervantes Madrid, Ldo. en Ciencias.—Aritmética y Álgebra y Dibujo Lineal.
 » Juan Ortiz Lorente, Br. en Ciencias y Maestro Normal.—Geometría y Trigonometría y Psicología, Lógica y Ética.
 » Octaviano Romeo Rodrigo, Ldo. en Ciencias y Dr. en Derecho.—Física y Química.
 » Pedro Zamora Quetcuti, Ldo. en Medicina y Cirujía.—Historia Natural y Agricultura.
 » Juan Yglesias Ros.—Asignaturas de Comercio.
 » Rodolfo Espa, Contador de Navío.
 » José de Moya, Contador de Fragata, y
 » Francisco Chacón y Pery, Teniente de Navío.—Preparación para el Cuerpo Administrativo de la Armada.

D. Ricardo Goicuria, Secretario del Banco.—Preparación para el ingreso en el Banco.

» José Moreno Galán, Pbro.—Música.
Operario Espiritual.—D. José Moreno Galán.
